

DERWENT-ACC-NO: 1992-286561

DERWENT-WEEK: 199235

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Temperature controller for indoor hydroponic culture of vegetables - maintains temperature of nutrient fluid at preset differential w.r.t. controlled ambient air temperature

INVENTOR: PLUCHON, J; PREMEL CABIC, F ; PREMEL-CABIC, F

PATENT-ASSIGNEE: PREMEL CABIC ZA[PREMN] , PREMEL CABIC[PREMN]

PRIORITY-DATA: 1991FR-0002121 (February 19, 1991)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO IPC	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-
EP 500484 A1	August 26, 1992	F	011	A01G 031/02
FR 2672770 A1 009/24	August 21, 1992	N/A	000	A01G

DESIGNATED-STATES: BE NL

CITED-DOCUMENTS: EP 142989; FR 2382850 ; FR 2621448 ; US 4430828

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
EP 500484A1	N/A	1992EP-0460006	February 4, 1992
FR 2672770A1	N/A	1991FR-0002121	February 19, 1991

INT-CL (IPC): A01G009/24, A01G031/02 , G05D023/19

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 500484A

BASIC-ABSTRACT:

Vegetables (71), esp. endives, are grown in racks (7), stacked one above the other under distribution pipes (62), each supplying several stacks with nutrient fluid (60). A pump (63) delivers (720) fluid to irrigate each stack, the flow alternatively reversing (G) along successive racks before returning (66) to the tank (6).

Ambient air and fluid temperature sensors provide inputs to a microprocessor (5). The microprocessor controls mean air temperature by shutters and fans and maintains a pre-set differential between this and fluid temperature through power circuits (50) controlling heating (8) and cooling (92) elements.

ADVANTAGE - Air/fluid temperature differential is critical in optimising production.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/3

TITLE-TERMS: TEMPERATURE CONTROL INDOOR HYDROPONIC
CULTURE VEGETABLE MAINTAIN
TEMPERATURE NUTRIENT FLUID PRESET DIFFERENTIAL
CONTROL AMBIENT AIR
TEMPERATURE

DERWENT-CLASS: P13 T06 X25

EPI-CODES: T06-B13; T06-D01B; X25-N01B;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1992-219345



12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt : 92460006.7

51 Int. Cl.⁵ : A01G 31/02

22 Date de dépôt : 04.02.92

30 Priorité : 19.02.91 FR 9102121

43 Date de publication de la demande :
26.08.92 Bulletin 92/35

84 Etats contractants désignés :
BE NL

71 Demandeur : PREMEL CABIC
Z.A. de Kerscao
F-29430 Plounevez Lochrist (FR)

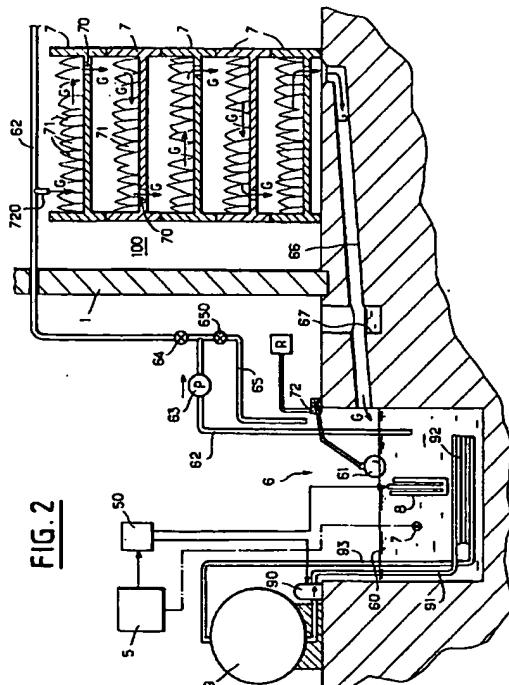
72 Inventeur : Premel Cabic, François
Kerscao
F-29430 Plounevez Lochrist (FR)
Inventeur : Pluchon, Jean-Yves
Kermelzon
F-29233 Cleder (FR)

74 Mandataire : Le Faou, Daniel et al
Cabinet Regimbeau 11, rue Franz Heller,
Centre d'Affaires Patton B.P. 19107
F-35019 Rennes Cédex (FR)

54 Procédé et installation de régulation en température pour une culture de végétaux.

57 Procédé et installation de régulation en température pour une culture de végétaux, par exemple pour le forçage d'endives ; les végétaux (71), dont la culture est pratiquée à l'intérieur d'un local (100), sont alimentés en permanence au moyen d'une solution nutritive (60), et on effectue à la fois la régulation de la température d'air du local et celle de la température de cette solution (60) ; conformément à l'invention, la régulation de la solution nutritive est faite en référence à celle de l'air, par un asservissement qui tient compte de l'écart entre la température de la solution et celle de l'air, et la variation de cet écart par rapport à une valeur de consigne.

Régulation thermique d'une culture en milieu hydroponique.



La présente invention concerne un procédé de régulation en température pour une culture de végétaux qui est pratiquée à l'intérieur d'un local, par exemple pour le forçage d'endives.

Elle concerne également une installation servant à la mise en oeuvre de ce procédé.

La culture de certains végétaux se fait à l'intérieur d'un local dans lequel les végétaux sont alimentés en permanence à l'aide d'une solution nutritive, celle-ci étant constituée d'eau qui contient des agents nutritifs appropriés.

Cette technique de culture, couramment appellée culture en milieu hydroponique, est particulièrement utilisée pour le forçage d'endives.

Les racines d'endives récoltées en pleine terre sont placées côte-à-côte dans des casiers ou clayettes empilables à fond percé. Les casiers sont empilés et introduits dans une salle de forçage, dans une enceinte non éclairée, si bien que les endives se développent à l'abri de la lumière.

Chaque pile de casiers est surplombée par un conduit d'alimentation. Celui-ci amène au casier situé en haut de la pile la solution nutritive qui a été pompée dans un bac. La solution imprègne les racines du casier supérieur, puis s'écoule par gravité de casier en casier jusqu'au casier inférieur. Les ouvertures percées au fond des caissons sont décalées d'un casier au casier suivant de manière à donner à la solution qui s'écoule une trajectoire en chicane, ce qui permet d'assurer une irrigation régulière de l'ensemble des racines. Des gouttières appropriées assurent ensuite le retour de la solution du casier inférieur au bac.

Le bac est à un niveau constant ; il est réapprovisionné en permanence, soit automatiquement soit de manière manuelle, en eau et en agents nutritifs afin de compenser la consommation due à son absorption par les racines d'endives et à l'évaporation.

Dans une salle de forçage, il est généralement prévu plusieurs travées de casiers, qui correspondent à des familles d'endives d'âges différents. La durée de forçage est de 21 jours. Lorsqu'une travée est arrivée à maturité, elle est retirée du local pour être traitée, puis commercialisée. Le traitement consiste à séparer l'endive du reste de racine (ou "carotte") puis à éliminer certaines feuilles extérieures irrégulières. Cette opération est appelée "parement" de l'endive. Les endives sont enfin conditionnées, en vue de leur expédition sur les lieux de vente.

Après qu'une travée d'endives arrivée à maturité ait été retirée du local de forçage, elle est remplacée, bien entendu, par une nouvelle travée contenant des racines à forcer.

Il est généralement prévu plusieurs bacs d'approvisionnement de la culture en solution nutritive. Chacun des bacs va servir à l'alimentation d'une même famille d'endives, ou à plusieurs familles ayant des âges de développement voisins, qui requièrent des

conditions similaires d'alimentation sur les plans de la qualité (composition et concentration) de la solution nutritive et du débit de distribution de cette solution.

L'air ambiant, qui occupe l'intérieur du local de forçage, est renouvelé en permanence et sa température est régulée de manière à être maintenue à un niveau sensiblement constant pendant toute la durée du forçage. Cette température correspond à une valeur optimale déterminée par des essais, qui varie avec l'époque de l'année. A titre indicatif, la température optimale est de l'ordre de 19°C en octobre, de 16°C en janvier et de 13°C en avril - mai.

Par température optimale on entend la température susceptible d'apporter le meilleur rendement possible, sans modification d'autres paramètres.

Dans certaines installations récentes, on contrôle également la température de la solution distribuée, ou - comme c'est le cas lorsqu'il existe plusieurs bacs d'approvisionnement - la température de chacune des solutions distribuées.

Des essais ont montré en effet que la température de la solution nutritive influait de manière significative sur les rendements, la température optimale pour la solution nutritive variant également, comme c'est le cas pour la température d'air, selon l'époque de l'année.

Dans ces installations, la régulation à température de la solution est effectuée pour chacun des bacs, grâce à un asservissement approprié de type connu, indépendamment de la régulation de l'air ambiant.

Ceci pose un problème pour l'utilisateur qui doit assez fréquemment modifier les valeurs de consignes de l'ensemble des systèmes de régulation, à savoir de chaque système de régulation d'un bac de solution et du système de régulation contrôlant la température d'air ambiaante. Ces modifications doivent intervenir en principe au moins chaque mois pour tenir compte de l'époque de l'année, et aussi au moment du remplacement d'une famille d'endives qui est arrivée à maturité par une nouvelle famille destinée au forçage.

Il est par conséquent nécessaire pour le producteur de surveiller son installation de manière soutenue, ce qui est fastidieux et source d'erreurs et d'oubli.

En examinant des résultats d'essais relatifs au rendement de culture hydroponique d'endives, le demandeur s'est rendu compte que l'un des paramètres essentiels était la différence de température entre la température ambiaante (température d'air du local de forçage) et la température de la solution nutritive. Dans certains cas, ce paramètre semble même plus important que les valeurs intrinsèques des températures de l'air ambiant et des solutions, à condition toutefois que celles-ci ne s'écartent pas excessivement des niveaux optimaux de température.

Par une autre observation, le demandeur a mis en évidence que les températures optimales de la solu-

tion nutritive et de l'air ambiant varient sensiblement de la même façon pendant une longue période. Ainsi, depuis les mois d'août - septembre, qui correspondent au début de la saison de forçage, jusqu'au mois de février, l'écart idéal entre la température de la solution et celle de l'air ambiant s'établit à environ 2°C, bien que, durant cette période, la température optimale de la solution décroisse assez rapidement, de 22°C à 17°C (la température optimale de l'air ambiant décroissant parallèlement de 20 à 15°C).

Partant de ces observations, le procédé qui fait l'objet de la présente invention se propose de réguler la température de la solution nutritive - ou des solutions, si l'installation est équipée de plusieurs bacs de nutrition distincts - non plus de manière isolée, mais en se référant à la température de l'air ambiant (dont la régulation peut continuer à se faire de manière traditionnelle), ceci par un asservissement qui tient compte de l'écart entre ces deux températures et de sa variation par rapport à une valeur de consigne.

Ainsi, pour programmer le système de régulation, l'utilisateur a seulement à manipuler les boutons de commande d'un seul système, afin d'y introduire d'une part la valeur de consigne de la température ambiante et d'autre part les écarts de température souhaités pour chacune des solutions nutritives, par rapport à cette température ambiante. Les écarts sont bien entendu exprimés en valeurs algébriques, la température de la solution nutritive pouvant dans certains cas être inférieure à la température ambiante.

Du fait qu'on a affaire à une commande groupée, et que les écarts de température ne doivent être modifiés qu'assez rarement, les risques d'oubli ou d'erreur se trouvent réduits.

Par ailleurs, s'il s'avère que la régulation d'air tombe en panne ou ait un fonctionnement défectueux, l'écart en température entre l'air et les solutions nutritives demeure néanmoins correct, ce qui - dans certaines limites - réduit sensiblement le risque de baisses de rendement importantes, voire de dégâts dans la culture.

L'installation, qui fait également l'objet de l'invention, et qui permet de mettre en œuvre ce procédé, comprend au moins une première sonde de température placée dans le local et une seconde sonde de température en contact avec la solution nutritive, ces sondes étant reliées à un micro-processeur apte à piloter d'une part des moyens de contrôle en température du local, d'autre part des moyens de contrôle en température de la solution nutritive, le contrôle en température du local se faisant en fonction du calcul de la différence entre la température mesurée par la première sonde et une première valeur de consigne, tandis que le contrôle en température de la solution nutritive se fait en fonction du calcul de la différence entre l'écart entre les deux températures mesurées et une valeur de consigne.

Dans un mode de réalisation préférentiel de

5 l'invention, l'installation comporte au moins un bac à niveau constant dans lequel est contenue la solution nutritive et sont logés la seconde sonde, ainsi que les moyens de contrôle en température de la solution. Avantageusement, il est prévu plusieurs bacs à niveau constant qui sont tous contrôlés en température par le micro-processeur, chacun indépendamment des autres, chaque bac alimentant une partie seulement des végétaux qui sont cultivés dans le local.

10 De préférence, il est prévu dans le local plusieurs sondes de température mesurant la température de l'air ambiant, le micro-processeur étant programmé pour calculer la moyenne des mesures des températures de l'ensemble des sondes.

15 De manière connue, l'installation est équipée de gaines de ventilation qui sont agencées pour assurer une distribution régulière d'air dans le local.

20 De préférence les moyens de contrôle en température du local sont placés à l'entrée de ces gaines et comprennent des trappes à ouvertures variables ainsi qu'un ventilateur, ces deux moyens étant adaptés pour contrôler le débit d'air susceptible d'être transféré de l'extérieur à l'intérieur du local.

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description et des dessins annexés qui en présentent un mode de réalisation préférentiel.

Sur ces dessins :

30 - la figure 1 est une vue de dessus très schématique d'un local de forçage d'endives et d'une installation conforme à l'invention équipant ce local ;

- la figure 2 est une vue de côté schématique et en coupe d'un bac contenant une solution nutritive et d'une pile de casiers contenant des endives en cours de forçage, cette figure illustrant le mode d'alimentation des endives en solution nutritive ;

- la figure 3 représente un organigramme de séquencement montrant le programme du micro-processeur chargé d'assurer la régulation.

40 La figure 1 représente en vue de dessus un local de forçage d'endives qui comprend une paroi 1, par exemple rectangulaire, délimitant une enceinte 100. La paroi 1, ainsi que la toiture, non représentée, ont des bonnes caractéristiques d'isolation thermique. Ces éléments de construction sont en outre opaques, de manière à mettre l'intérieur de l'enceinte 100 à l'abri de la lumière, afin d'empêcher que les endives ne soient soumises au phénomène d'assimilation chlorophyllienne, et qu'elles conservent une couleur blanche.

45 A l'intérieur du local, les endives sont stockées dans des casiers qui sont empilés les uns sur les autres et disposés pour former des travées, ces travées étant séparées par des couloirs qui permettent d'y accéder.

50 Dans l'exemple illustré, sont prévues vingt quatre

travées qui sont groupées par quatre familles, référencées 2a, 2b, 2c et 2d de six travées. Chacune des travées contient des endives de même âge, c'est-à-dire arrivées à un niveau de maturité identique.

A l'extérieur du local 100 sont disposés quatre bacs 6a, 6b, 6c, 6d contenant chacun une solution nutritive 60a, 60b, 60c, 60d. A chaque bac est assignée une fonction d'alimentation d'une travée ayant le même indice a, b, c ou d.

L'alimentation des endives en solution nutritive à partir d'un bac 6 sera expliquée plus loin en référence à la figure 2.

A l'intérieur du local 100 est installé un réseau de gaines de ventilation, destinées à amener de l'air prélevé à l'extérieur du local, et à le diffuser de manière homogène à l'intérieur du local. Ces gaines sont de préférence placées à une certaine hauteur par rapport au sol, et supportées par des éléments fixés au plafond. Il est prévu par exemple une gaine centrale 12 d'où partent sur les côtés des gaines secondaires 13 de plus petit diamètre. Ces gaines présentent des ouvertures autorisant l'échappement de l'air. La gaine 12 se prolonge à l'extérieur du bâtiment par un conduit 11 dont l'extrémité amont affecte la forme d'un caisson 10. Ce caisson contrôle l'admission d'air de l'extérieur du bâtiment au conduit 11, ceci grâce à une série de trappes 40 à ouverture variable et d'un ventilateur 41.

En ouvrant plus ou moins les trappes 40, dont le pilotage est par exemple effectué par un vérin, on peut régler le débit d'air entrant dans le caisson et donc à l'intérieur du local. Le débit peut encore être augmenté par mise en route du ventilateur 41 après que les trappes 40 aient été ouvertes.

Il est également prévu dans le caisson des moyens de chauffage tels qu'une résistance électrique 42 apte à éléver rapidement et de manière contrôlée la température de l'air à l'intérieur du caisson.

Un circuit de puissance 4 assure le pilotage des trappes 40, la mise en route du ventilateur 41, et la mise en route de la résistance électrique 42, de manière appropriée dont la conception et la réalisation sont à la portée de l'homme du métier.

Le circuit de puissance 4 est lui-même commandé par un micro-processeur 5 selon un programme qui sera expliqué plus loin.

A l'intérieur du local 100 sont placées des sondes thermiques, par exemple au nombre de trois référencées 3a, 3b et 3c. Celles-ci sont régulièrement réparties à l'intérieur du local. Il s'agit de sondes d'un type connu en soi, aptes à fournir au micro-processeur 5 un signal qui est fonction de la température régnant à leur endroit.

De la même manière, il est prévu à l'intérieur de chacun des bacs 60 une sonde thermique 7a, 7b, 7c et 7d. Chacune d'entre elles fournit au micro-processeur 5 un signal qui est fonction de la température de la solution nutritive 60a, 60b, 60c ou, respectivement

60d, contenue dans le bac.

Enfin, il est prévu dans la paroi du local des moyens extracteurs 101 permettant un échappement de l'air de l'enceinte vers l'extérieur, afin de compenser l'apport d'air par les gaines 12, 13 et d'assurer un renouvellement permanent de l'air dans le local 100. Ces moyens extracteurs 101 peuvent consister, comme cela est bien connu, en une ouverture à laquelle est associé un ventilateur extracteur. A la figure 1 l'échappement de l'air est symbolisé par les flèches f.

Comme on le voit à la figure 2, les racines 71 en cours de forage sont placées côté-à-côte dans des casiers empilables 7. Ces casiers ont un fond présentant une ouverture 70. De préférence, les ouvertures prévues ménagées dans les fonds de deux casiers superposés sont diagonalement opposées, ce qui permet d'assurer une circulation en chicane de la solution nutritive s'écoulant d'un casier au casier inférieur, comme cela est illustré par les flèches G à la figure 2.

L'alimentation des casiers se fait par des tuyauteries 62 passant au-dessus de l'ensemble des travées. Ces tuyauteries présentent des conduits de descente 620 surplombant chaque empilage de casiers 7. La solution nutritive 60 est prélevée dans un bac 6 situé à l'extérieur de l'enceinte, où elle est pompée au moyen d'une pompe 63. Sur la canalisation 62 est placée une vanne à débit variable 64. Une autre vanne 650 permet au besoin le retour de la solution au bac 6, via un conduit retour 65. Comme déjà dit, la disposition en quinconce des ouvertures 70 permet une bonne irrigation de l'ensemble des racines d'endives stockées dans les casiers 7. La solution quittant le casier inférieur retourne par gravité dans le bac 6, en parcourant une gouttière inclinée 66, de préférence après passage dans une rigole de décantation 67 destinée à récupérer certaines impuretés.

La solution nutritive suit donc un circuit fermé.

Pour compenser les pertes en solution nutritive, le bac est à un niveau constant. A cet effet, il est prévu une vanne 72 branchée sur le réseau R d'alimentation en eau potable, cette vanne étant pilotée par un flotteur 61 comme cela est bien connu (principe du réservoir à chasse d'eau).

De temps en temps le bac est aussi réapprovisionné en agents nutritifs.

L'installation comprend une bonbonne 9 située près du bac 6 et contenant un agent réfrigérant, par exemple de l'eau à basse température. A l'intérieur du bac 6 est immergé un tube 92 en forme de serpentin, relié à la bonbonne 9 par des tubulures 91, 93. Une pompe 90 permet, lorsqu'elle est mise en route, de faire circuler l'agent réfrigérant à l'intérieur du serpentin 92, de manière à refroidir la solution 60.

Dans la solution 60 est immergée par ailleurs une résistance électrique 8, apte à chauffer la solution. La

pompe 90 et la résistance chauffante 8 sont pilotées par un circuit de puissance 50 commandé par le micro-processeur 5. Enfin, comme on l'a déjà dit plus haut, une sonde thermique 7 immergée dans la solution 60 est branchée également au micro-processeur 5.

Nous allons maintenant expliquer, en nous référant à un exemple concret, de quelle manière s'opère une régulation en température au moyen de cette installation.

Nous allons supposer que, en fonction du moment de l'année et du niveau de développement des endives dans chacune des travées 2a, 2b, 2c et 2d, les températures optimales soient les suivantes :

- température d'air ambiant dans le local T_0 : $T_0 = + 17^\circ\text{C}$;
- température optimale de la solution 60a : $T_{o1} = + 19^\circ\text{C}$;
- température optimale de la solution 60b : $T_{o2} = + 19^\circ\text{C}$;
- température optimale de la solution 60c : $T_{o3} = + 18^\circ\text{C}$;
- température optimale de la solution 60d : $T_{o4} = + 16^\circ\text{C}$.

Les écarts idéaux des températures de ces solutions par rapport à T_0 sont donc respectivement :

$$\begin{aligned} E_{o1} &= + 2^\circ\text{C} ; E_{o2} = + 2^\circ\text{C} ; E_{o3} = + 1^\circ\text{C} ; \\ E_{o4} &= - 1^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

On suppose que la température extérieure est sensiblement plus basse que T_0 , par exemple de l'ordre de 12°C .

En cours de fonctionnement, les sondes de la température d'air 3a, 3b, 3c vont mesurer des températures, dont le microprocesseur 5 va calculer la moyenne. Supposons qu'à un certain moment cette valeur soit $T = + 18^\circ\text{C}$.

Cette température est supérieure à T_0 , de sorte que le micro-processeur va tout d'abord commander le circuit de puissance 4 de façon à augmenter le débit d'air pénétrant dans le local. Pour cela, il va commander l'ouverture des trappes 40, sur une certaine course. Dans le cas où les trappes sont déjà ouvertes au maximum, il va commander la mise en route du ventilateur 41.

De l'air frais va donc pénétrer dans le local.

Le micro-processeur 5 va également calculer la valeur de l'écart entre les températures mesurées par les sondes 7 dans chacun des bacs et la température effective T de l'air ambiant.

Dans le cas présent, supposons que les sondes 7a, 7b, 7c et 7d donnent respectivement les mesures suivantes : $t_1 = + 18^\circ\text{C}$; $t_2 = + 19^\circ\text{C}$; $t_3 = + 19^\circ\text{C}$; $t_4 = + 18^\circ\text{C}$.

On obtient alors les écarts suivants :

$$\begin{aligned} E_1 &= t_1 - T = 0^\circ\text{C} ; \\ E_2 &= t_2 - T = + 1^\circ\text{C} ; \\ E_3 &= t_3 - T = + 1^\circ\text{C} ; \\ E_4 &= t_4 - T = 0^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Si on compare ces écarts avec les valeurs des consignes on constate que :

$$E_1 < E_{o1} ; E_2 < E_{o2} ; E_3 = E_{o3} ; E_4 > E_{o4}.$$

Le circuit de puissance 50 est par conséquent commandé de manière à réchauffer les solutions 60a et 60b, ceci par mise en route des résistances chauffantes correspondantes 8, et à refroidir la solution 60d, ceci en mettant en route la pompe 90. La solution 60c est maintenue à sa température initiale.

On comprend aisément que, du fait qu'on va agir simultanément, ou presque, sur la température de l'air ambiant et sur la température de chacun des bacs, on va retrouver rapidement un écart de température correspondant à la valeur de consigne.

L'organigramme de la figure 3 reprend, de manière plus générale, le processus de régulation qui vient d'être décrit par référence à un exemple.

La lettre n correspond au nombre de sondes 3 équipant le local, tandis que la lettre p correspond au nombre de bacs (et de solutions nutritives différentes).

Dans le mode de réalisation qui vient d'être décrit, on a donc $n = 3$ et $p = 4$.

Le micro-processeur 5 commence par lire tour-à-tour les informations de températures T_i qui lui sont fournies par chacune des sondes 3. Il calcule ensuite la valeur moyenne de cette mesure, puis compare cette valeur avec la température de consigne T_0 . Si $T > T_0$, il est nécessaire de refroidir l'air du local, et pour cela il commande l'ouverture des trappes 40 et éventuellement la mise en route du ventilateur 41.

Si au contraire $T < T_0$, il commande le cas échéant l'arrêt du ventilateur 41 et la fermeture des trappes 40. Dans ce cas, la température va augmenter naturellement à l'intérieur du local, du fait que la culture d'endives est exothermique.

Si ceci n'est pas suffisant, la résistance 42 peut être mise sous tension, de manière à réchauffer l'air qui rentre dans le local.

Dans une variante, il peut être prévu également pour contrôler le débit d'air, et corrélativement sa température, d'agir sur les moyens extracteurs 101.

L'air extrait du bâtiment peut être recyclé, en tout ou partie, par retour au caisson 10, les trappes 40 contrôlant alors le débit d'air recyclé.

Des moyens de chauffage ou de refroidissement additionnels peuvent également être prévus à l'intérieur du local.

Bien entendu, si $T = T_0$, la température à l'intérieur du local est satisfaisante, et il n'est procédé à aucune modification des conditions de la climatisation du local.

Le micro-processeur va ensuite lire successivement les mesures de température t_j qui lui sont fournies par chacune des sondes 7. Le micro-processeur calcule ensuite la différence E_j entre cette température t_j et la température moyenne T mentionnée plus

haut. L'écart E_j est une valeur algébrique, qui est positive ou négative.

Ensuite le micro-processeur compare E_j avec l'écart optimal qui a été introduit comme valeur de consigne dans le micro-processeur pour la solution 60j.

Si $E_j > E_{oj}$, il commande le refroidissement de la solution, en actionnant la pompe 90 qui fait circuler l'agent réfrigérant dans la solution. Si au contraire $E_j < E_{oj}$, il commande le réchauffage de la solution par mise sous tension de la résistance chauffante 8.

Ce processus est réitéré pour chaque sonde 7 et pour chacun des bacs correspondant, au nombre de p.

Ensuite, l'ensemble du processus est réitéré, soit immédiatement, soit un peu plus tard. La fréquence de mise en oeuvre de ce processus de régulation est par exemple de une fois par minute.

Si, comme cela arrive assez fréquemment, la valeur de consigne T_0 doit être modifiée, alors que les valeurs E_{o1} , E_{o2} , E_{o3} , etc demeurent inchangées, l'opérateur ne doit effectuer qu'une seule intervention auprès du microprocesseur, en y introduisant la nouvelle valeur pour T_0 .

Ceci réduit naturellement les risques d'erreurs.

Pour le contrôle en température de l'air, on pourrait prévoir additionnellement un groupe producteur de froid adapté pour être commandé par le microprocesseur 5, via le circuit de puissance 4 afin d'abaisser la température de l'air dans le local dans certaines conditions, notamment lorsque l'air extérieur se trouve à une température supérieure à T_0 . Ce peut être le cas, en particulier en été ou dans certaines régions chaudes.

Bien que l'invention qui vient d'être présentée ait été conçue plus particulièrement en liaison avec le forçage d'endives, il va de soi qu'elle peut trouver place dans d'autres applications diverses, par exemple pour la culture de champignons.

Revendications

1. Procédé de régulation en température pour une culture de végétaux (71) qui est pratiquée à l'intérieur d'un local (100) et dans laquelle les végétaux (71) sont alimentés en permanence au moyen d'une solution nutritive (60), selon lequel on effectue à la fois la régulation de la température (T) d'air du local et celle de la température (t) de la solution nutritive (60), caractérisé en ce que la régulation en température de la solution nutritive (60) est faite en référence à celle de l'air, par un asservissement tenant compte de l'écart (E) entre ces deux températures et de sa variation par rapport à une valeur de consigne (E_0).

2. Installation pour la mise en oeuvre du procédé

selon la revendication 1, caractérisée par le fait qu'elle comprend au moins une première sonde de température (3) placée dans le local (100) et une seconde sonde de température (7) en contact avec la solution nutritive (60), ces sondes (3, 7) étant reliées à un micro-processeur (5) apte à piloter d'une part des moyens (40, 41, 42) de contrôle en température du local (100), d'autre part des moyens (8, 92) de contrôle en température de la solution nutritive (60), le contrôle en température du local se faisant en fonction du calcul de la différence entre la température (T) mesurée par ladite première sonde (3) et une première valeur de consigne (T_0), tandis que le contrôle en température de la solution nutritive se fait en fonction du calcul de la différence entre l'écart (E) entre les deux températures (t) et (T) mesurées et une valeur de consigne (E_0).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

1000

1005

1010

1015

1020

1025

1030

1035

1040

1045

1050

1055

1060

1065

1070

1075

1080

1085

1090

1095

1100

1105

1110

1115

1120

1125

1130

1135

1140

1145

1150

1155

1160

1165

1170

1175

1180

1185

1190

1195

1200

1205

1210

1215

1220

1225

1230

1235

1240

1245

1250

1255

1260

1265

1270

1275

1280

1285

1290

1295

1300

1305

1310

1315

1320

1325

1330

1335

1340

1345

1350

1355

1360

1365

1370

1375

1380

1385

1390

1395

1400

1405

1410

1415

1420

1425

1430

1435

1440

1445

1450

1455

1460

1465

1470

1475

1480

1485

1490

1495

1500

1505

1510

1515

1520

1525

1530

1535

1540

1545

1550

1555

1560

1565

1570

1575

1580

1585

1590

1595

1600

1605

1610

1615

1620

1625

1630

1635

1640

1645

1650

1655

1660

1665

1670

1675

1680

1685

1690

1695

1700

1705

1710

1715

1720

1725

1730

1735

1740

1745

1750

1755

1760

1765

1770

1775

1780

1785

1790

1795

1800

1805

1810

1815

1820

1825

1830

1835

1840

1845

1850

1855

1860

1865

1870

1875

1880

1885

1890

1895

1900

1905

1910

1915

1920

1925

1930

1935

1940

1945

1950

1955

1960

1965

1970

1975

1980

1985

1990

1995

2000

2005

2010

2015

2020

2025

2030

2035

2040

2045

2050

2055

2060

2065

2070

2075

2080

2085

2090

2095

2100

2105

2110

2115

2120

2125

2130

2135

2140

2145

2150

2155

2160

2165

2170

2175

2180

2185

2190

2195

2200

2205

2210

2215

2220

2225

2230

2235

2240

2245

2250

2255

2260

2265

2270

2275

2280

2285

2290

2295

2300

2305

2310

2315

2320

2325

2330

2335

2340

2345

2350

2355

2360

2365

2370

2375

2380

2385

2390

2395

2400

2405

2410

2415

2420

2425

2430

2435

2440

2445

2450

2455

2460

2465

2470

2475

2480

2485

2490

2495

2500

2505

2510

2515

2520

2525

2530

2535

2540

2545

2550

2555

2560

2565

2570

2575

2580

2585

2590

2595

2600

2605

2610

2615

2620

2625

2630

2635

2640

2645

2650

2655

2660

2665

2670

2675

2680

2685

2690

2695

2700

2705

2710

2715

2720

2725

2730

2735

2740

2745

2750

2755

2760

2765

2770

2775

2780

2785

2790

2795

2800

2805

2810

2815

2820

2825

2830

2835

2840

2845

2850

2855

2860

2865

2870

2875

2880

2885

2890

2895

2900

2905

2910

2915

2920

2925

2930

2935

2940

2945

2950

2955

2960

2965

2970

2975

2980

2985

2990

2995

3000

3005

3010

3015

3020

3025

3030

3035

3040

3045

3050

3055

3060

3065

3070

3075

3080

3085

3090

3095

3100

3105

3110

3115

3120

3125

3130

3135

3140

3145

3150

3155

3160

3165

3170

3175

3180

3185

3190

3195

3200

3205

3210

3215

3220

3225

3230

3235

3240

3245

3250

3255

3260

3265

3270

3275

3280

3285

3290

3295

3300

3305

3310

3315

3320

3325

3330

3335

3340

3345

3350

3355

3360

3365

3370

3375

3380

3385

3390

3395

3400

3405

3410

3415

3420

3425

3430

3435

3440

3445

3450

3455

3460

3465

3470

3475

3480

3485

3490

3495

3500

3505

3510

3515

3520

3525

3530

3535

3540

3545

3550

3555

3560

3565

3570

3575

3580

3585

3590

3595

3600

3605

3610

3615

3620

3625

3630

3635

3640

3645

3650

3655

3660

3665

3670

3675

3680

3685

3690

3695

3700

3705

3710

3715

3720

3725

3730

3735

3740

3745

3750

3755

3760

3765

3770

3775

3780

3785

3790

3795

3800

3805

3810

3815

3820

3825

3830

3835

3840

3845

3850

3855

3860

3865

3870

3875

3880

3885

3890

3895

3900

3905

3910

3915

3920

3925

3930

3935

3940

3945

3950

3955

3960

3965

3970

3975

3980

3985

3990

3995

4000

4005

4010

4015

4020

4025

4030

4035

4040

4045

4050

4055

4060

4065

4070

4075

4080

4085

4090

4095

4100

4105

4110

4115

4120

4125

4130

4135

4140

4145

4150

4155

4160

4165

4170

4175

4180

4185

4190

4195

4200

4205

4210

4215

4220

4225

4230

4235

4240

4245

4250

4255

4260

4265

4270

4275

4280

4285

4290

4295

4300

4305

4310

4315

4320

4325

4330

4335

4340

4345

4350

4355

4360

4365

4370

4375

4380

4385

4390

4395

4400

4405

4410

4415

4420

4425

4430

4435

4440

4445

4450

4455

4460

4465

4470

4475

4480

4485

4490

4495

4500

4505

4510

4515

4520

4525

4530

4535

4540

4545

4550

4555

4560

4565

4570

4575

4580

4585

4590

4595

4600

4605

4610

4615

4620

4625

4630

4635

4640

4645

4650

4655

4660

4665

4670

4675

4680

4685

4690

4695

4700

4705

4710

4715

4720

4725

4730

4735

4740

4745

4750

4755

4760

4765

4770

4775

4780

4785

4790

4795

4800

4805

4810

4815

4820

4825

4830

4835

4840

4845

4850

4855

4860

4865

4870

4875

4880

4885

4890

4895

4900

4905

4910

4915

4920

4925

4930

4935

4940

4945

4950

4955

4960

4965

4970

4975

4980

4985

4990

4995

5000

5005

5010

5015

5020

5025

5030

5035

5040

5045

5050

5055

5060

5065

5070

5075

5080

5085

5090

5095

5100

5105

5110

5115

5120

5125

5130

5135

5140

5145

5150

5155

5160

5165

5170

5175

5180

5185

5190

5195

5200

5205

5210

5215

5220

5225

5230

5235

5240

5245

5250

5255

5260

5265

5270

5275

5280

5285

5290

5295

5300

5305

5310

5315

5320

5325

5330

5335

5340

5345

5350

5355

5360

5365

5370

5375

5380

5385

5390

5395

5400

5405

5410

5415

5420

5425

5430

5435

5440

5445

5450

5455

5460

5465

5470

5475

5480

5485

5490

5495

5500

5505

5510

5515

5520

5525

5530

5535

5540

5545

5550

5555

5560

d'air susceptible d'être transféré de l'extérieur à l'intérieur du local.

9. Installation selon l'une des revendications 1 à 8, destinée à équiper son local de forçage d'endives. 5

10

15

20

25

30

35

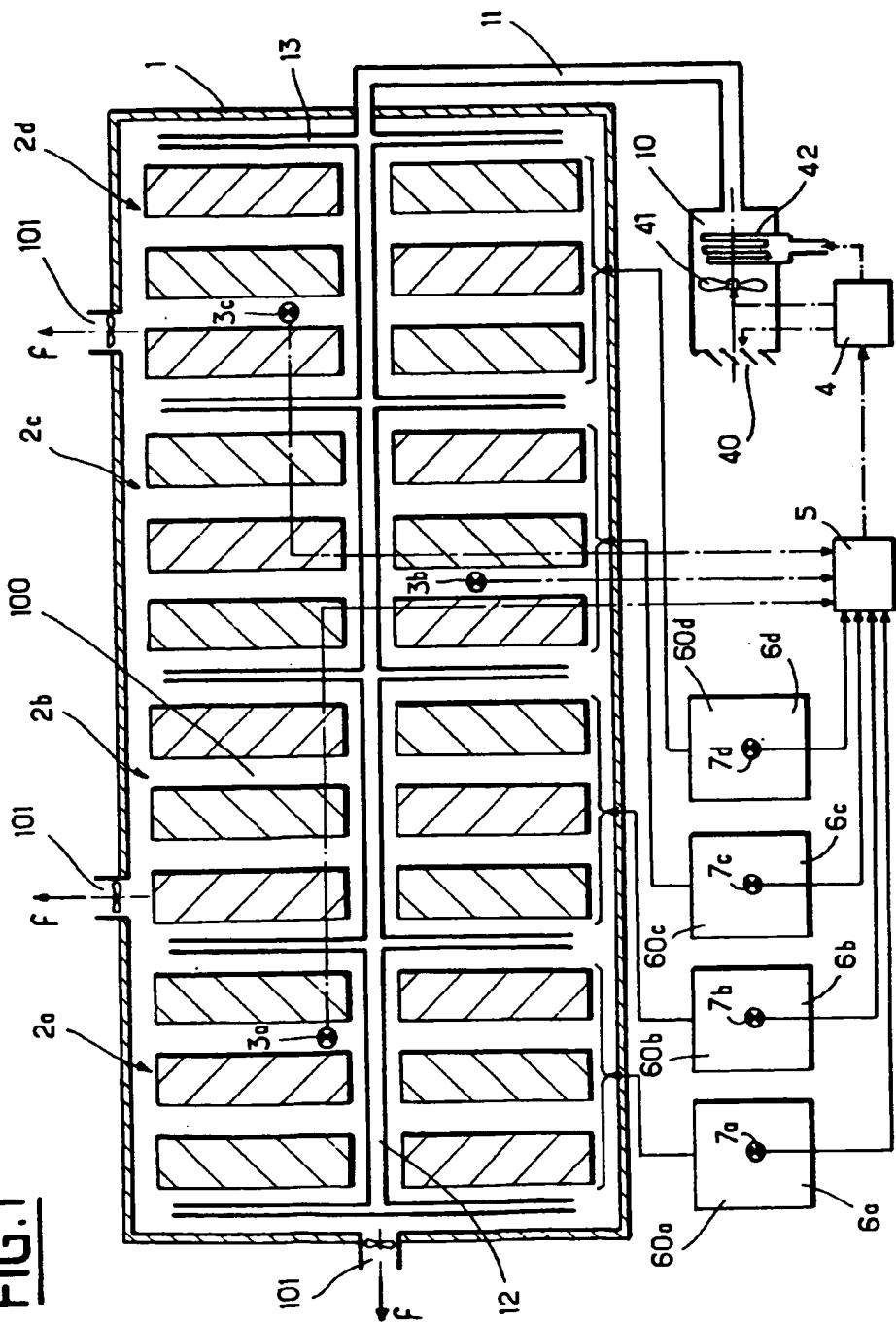
40

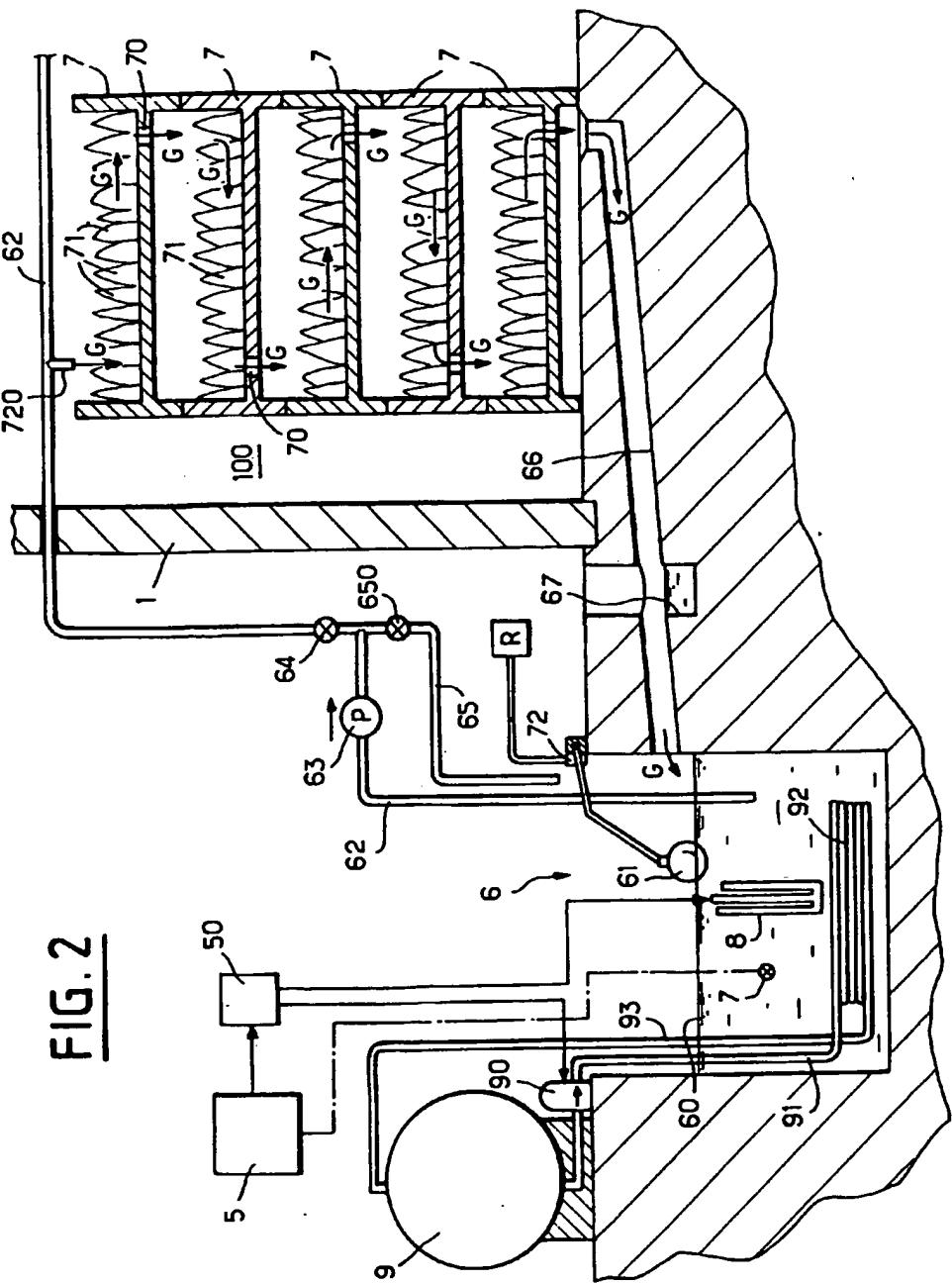
45

50

55

FIG. 1





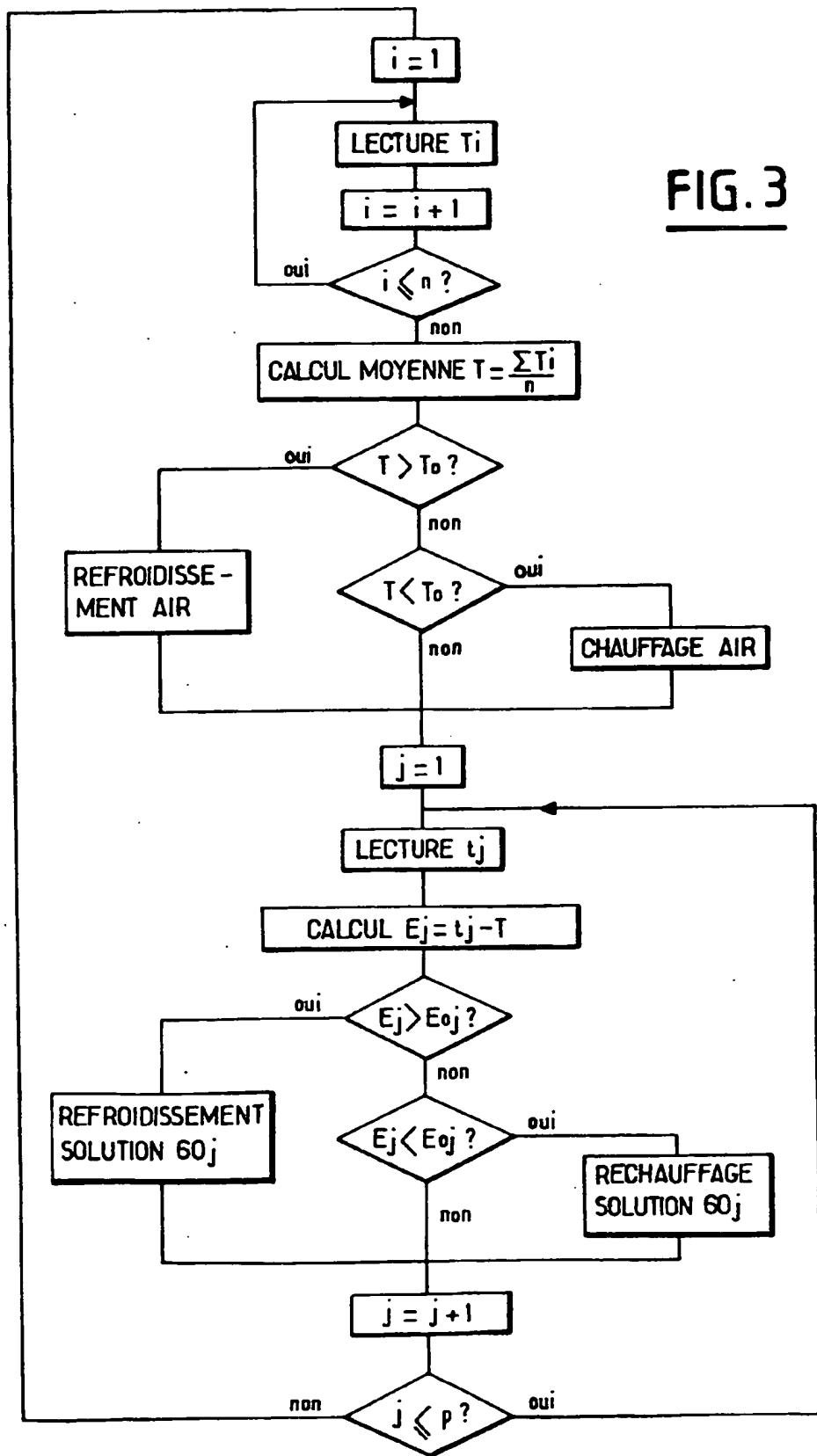


FIG. 3



EP 92 46 0006

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS					
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. CLS)		
A	EP-A-0 142 989 (APPLIED AEROPONICS) * page 3, ligne 3 - ligne 26 * * page 8, ligne 13 - page 9, ligne 28; figure 1 * —	1,2	A01G31/02		
A	US-A-4 430 828 (OGLEVEE) * revendication 1; figure 1 * —	6			
A	FR-A-2 621 448 (SECOMAT) * abrégé; figure 1 * —	7			
A	FR-A-2 382 850 (CUVILLIER) * page 1, ligne 1 - ligne 3 * * page 2, ligne 19 - page 3, ligne 32; figure 1 * —	3,4,9			
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CLS)					
A01G					
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications					
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Demandeur			
LA HAYE	29 MAI 1992	HERYGERS J.J.			
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES					
X : particulièrement pertinents à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention				
Y : particulièrement pertinents en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date				
A : arrêté-plan technologique	D : cité dans la demande				
O : divulgation aca-écrite	L : cité pour d'autres raisons				
P : document intercalaire	R : membre de la même famille, document correspondant				